D 19

HIPPOKRATES

ORGAN FÜR DIE EINHEITSBESTREBUNGEN IN DER MEDIZIN
WOCHENSCHRIFT FÜR NEUE DEUTSCHE HEILKUNDE

SCHRIFTLEITUNG:
HEINRICH K. KUNSTMANN, PFORZHEIM, UND MARTIN VOGEL, DRESDEN
VERLAG: HIPPOKRATES-VERLAG MARQUARDT & CIE. / STUTTGART

1939 Heft 9 (S. 193—201), Heft 10 (S. 218—222)

Sonderdruck

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Aus dem Institut für physikalische Therapie und Röntgenologie der Universität München
(Vorstand: Prof. Dr. G. Boehm)

Röntgenkymographische Beobachtungen über den Einfluß verschieden temperierter Wannen-Voll- und Halbbäder auf das Herz Kreislaufgesunder [1])

Von Gerhard Blakkolb

In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurde durch das Verdienst der beiden Nauheimer Ärzte F. W. Beneke und August Schott sowie des Kudowaer Arztes Jakob das Bad in seinen verschiedenen Anwendungsformen in die Herztherapie eingeführt. Die Indikationsstellung zur Bäderbehandlung Herzkranker mußte sich jedoch bis in die Gegenwart vorwiegend auf empirisches Wissen stützen. Zu einem Teil dürfte dies wohl auf der mehr oder minder großen Unzulänglichkeit der angewandten Forschungsmethoden beruhen; in der Hauptsache liegt jedoch der Grund sicher in der außerordentlichen Kompliziertheit der Vorgänge bei der Bäderwirkung.

Die ersten Untersuchungen über die Herz- und Kreislaufwirkung des Bades befaßten sich meist mit dem Einfluß der Temperatur und der chemischen Bestandteile des Badewassers einerseits speziell auf die Herzgröße, andererseits aber auch auf Blutdruck und Herzminutenvolumen.

Bei den Feststellungen über die Herzgrößenänderungen handelte es sich anfangs nur um Untersuchungen vor und nach dem Bad mittels sehr unterschiedlicher Methoden. Die Ergebnisse waren dementsprechend uneinheitlich.

So finden Ende vorigen Jahrhunderts die beiden Brüder Schott (Nauheim) durch einfache Perkussion nach Badekuren öfters Verkleinerungen des Herzens. Smith berichtet 1900 auf dem 18. Kongreß für innere Medizin, daß er bei phonendoskopischen Versuchen nach einem heißen Bad ein fast um das Doppelte vergrößertes Herz festgestellt habe. Moritz prüft 1902 nach Aufkommen der röntgenologischen Herzuntersuchungen dieses Ergebnis mit dem orthodiagraphischen Verfahren nach, findet aber im Gegensatz dazu nach einem Heißbad keinerlei Änderungen in den Abmessungen des Herzens. Schminke und auch Seelig stellen andererseits 1908 und 1910 nach heißen und nach kohlesäurehaltigen Bädern mittels der Teleradiographie Herzverkleinerungen fest. Die eingehendsten und umfangreichsten Untersuchungen dieser Zeit stammen von Beck und Dohan aus dem Jahre 1909. Sie finden mit der orthodiagraphischen Methode nach Warmbädern (33° R) unter 7 Fällen 6 Verkleinerungen und nach kalten Bädern (16—20° R) unter 5 Fällen 4 Vergrößerungen des Herzens. Außerdem zeigt sich bei jedem Versuch nach dem Bad eine Breitenzunahme des supracardialen Schattens, die als Verbreiterung von Aorta und V. cava aufgefaßt wird. Die Äußerung Groedels zu diesen beobachteten Herzgrößenschwankungen bei Bädern aus dem Jahre 1910 wurde von Knölle gebracht.

Was die damaligen Untersuchungen über das Verhalten der anderen Kreislaufgrößen im Bad betrifft, so wurde ebenfalls fast nur der Einfluß der Temperatur und der chemischen Bestandteile des Badewassers beobachtet.

1) Mit Unterstützung aus dem wissenschaftlichen Fonds des Reichsfremdenverkehrsverbandes und der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Vgl. die Arbeit von Epple „Über die Wirkung ansteigender Teilbäder und die Verwertbarkeit röntgenkymographischer Verfahren zu ihrer weiteren Klärung", Hippokrates 1938, 26: 657.

Otfried Müller und seine Schüler sowie Strasburger haben hier vor allem im ersten Jahrzehnt des Jahrhunderts sehr zahlreiche Versuche über die Veränderungen des Blutdruckes und über das Verhalten der peripheren Gefäße im Bad bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Was den Blutdruck betrifft, so ergaben die Feststellungen ziemlich übereinstimmend, daß das Wasserbad mit der Temperatur von 34° C in dieser Hinsicht annähernd kreislaufindifferent wirkt, ein Bad unterhalb 34° C den arteriellen Blutdruck steigert und daß oberhalb der Indifferenzzone der Blutdruck sinkt, um über 39° C wieder erneut anzusteigen. Die gleichzeitig durch Plethysmographie am Arm erfaßte periphere Gesamtgefäßreaktion zeigte vor allem im kalten Bad entsprechend einer rasch zunehmenden Gefäßkontraktion beim Einsteigen ins Bad ein anfänglich steiles Absinken der Gefäßkurve. Dann erfolgte aber entsprechend einer langsam einsetzenden Gefäßdilatation ein leichtes, den Ausgangswert jedoch nie überschreitendes Ansteigen des kontrollierten Armvolumens. Strasburger und Hirschfeld fanden im Gegensatz hierzu bei ihren plethysmographischen, hauptsächlich in natürlichen Kohlensäure-Thermalbädern angestellten Versuchen, daß das Armvolumen nach einer anfänglichen geringen Verminderung im Bad nicht nur relativ, sondern in fast allen Fällen tatsächlich absolut ansteigt. Sie schlossen daraus, daß dem Bad eine ausgesprochene gefäßerweiternde Wirkung zukommt.

Aus diesen verschiedenen bis dahin bekannten Einzelergebnissen entwickelte sich zunächst eine Anschauung über die Gesamtwirkung des Bades auf Herz und Kreislauf, die zum Teil auch imstande war, die praktischen Erfolge der Balneotherapie zu erklären. Diese Anschauung beruhte auf dem Gedanken, daß das Bad durch die Einwirkung hauptsächlich der Temperatur und der chemischen Bestandteile des Badewassers zu einer gewissen Mehrarbeit für das Herz führe. August Schott sprach von der Bäderanwendung als von einer Turnstunde des Herzens. Dabei sah man vorwiegend in der Änderung der Temperatur und des Badezusatzes bei gleichbleibender Badezeit eine Dosierungsmöglichkeit der Herzwirkung. Dem in bezug auf Temperatur und chemische Bestandteile des Badewassers indifferenten Bad sprach man jede wesentliche Herz- und Kreislaufwirkung ab.

Erst im vorletzten Jahrzehnt hat man diese letztgenannte Ansicht richtiggestellt. Durch Untersuchungen von Eisenmenger (1918), Stigler (1920 und 1925), Eduard Schott (1922), Turan und Schulhof (1925) zeigte sich, daß neben der Temperatur und den chemischen Bestandteilen des Badewassers vor allem der Wasserdruck im Bad zu berücksichtigen ist. Einzelne Autoren wie Mauthner (1837), später Haller, Winternitz, Tigerstedt und auch Strasburger haben allerdings schon früh auf diese hydrostatische Einwirkung hingewiesen, jedoch kam es trotz ihrer Hinweise erst sehr spät zur allgemeinen Anerkennung dieses wichtigen Faktors der Bäderwirkung. Im letzten Jahrzehnt wurden noch weitere Untersuchungen an Mensch und Tier über den Einfluß des hydrostatischen Druckes im Bad angestellt. Sie stammen von Moll, Bock, Gollwitzer-Meier und Laurell.

Auch aus der balneotherapeutischen Praxis heraus kamen einzelne Stimmen, die die starke Wasserdruckwirkung erkannten. Sie warnten vor allem vor häufiger Anwendung von Vollbädern und empfahlen, wie Weber (Nauheim), bei stark geschwächter Herzkraft und, Grundig (Salzuflen), bei Stauungserscheinungen die Verordnung von Halbbädern.

Damit ging immer mehr als feststehende Tatsache aus allem hervor, daß der hydrostatische Druck des Badewassers, der früher im Vergleich zur Temperatur und den chemischen Wirkungen des Wassers fast vollständig vernachlässigt wurde, eine bei jedem Bad stark zu berücksichtigende Größe darstellt.

Die Frage aber, in welchem Verhältnis sich nun der hydrostatische Druck und die Badetemperatur unter verschiedenen Bedingungen speziell auf das Herz und den Kreislauf auswirkt, konnte nur teilweise beantwortet werden.

Erst die in den letzten Jahren auf Anregung von Boehm durch Ekert in die balneologische Forschung eingeführte Stumpfsche Röntgenkymographie bot weitere Möglichkeiten, der in dieser Fragestellung liegenden Aufgabe näher zu treten.

Die ersten kymographischen Herzuntersuchungen in dieser Reihe, die sich zwar noch mit Feststellungen vor und nach Bädern befaßten, hat Neumaier durchgeführt. Später, als Ekert dann ein Verfahren angab, das auch Kymogrammaufnahmen während des Bades gestattete, wurden weitere Untersuchungen von Ritter, de Cillia und Knölle unternommen. Es zeigte sich dabei, daß dieses röntgenologische Verfahren vorzüglich zu balneologischen Versuchen geeignet und daß es zu diesem Zweck der Orthodiagraphie, der Herzfernaufnahme und gegenwärtig noch der Röntgenkinematographie weit überlegen ist. Der große Vorteil dieser kymographischen Methode liegt nicht nur darin, daß durch Aufzeichnung der sogenannten diastolischen sowie systolischen Herzschattengröße und ihrer Zwischenphasen kleine Größenschwankungen des Herzens sicher faßbar werden, sondern daß auch aus der Bewegungskurve des Herzschattenrandes gewisse Schlüsse auf funktionelle Umstellungen des Herzens gezogen werden können.

In der vorstehenden Arbeit, die sich den erwähnten balneokymographischen Untersuchungen anschließt, soll nun die Einflußgröße des Wasserdruckes und der Wassertemperatur auf das Herz röntgenkymographisch untersucht werden. Der Grundgedanke bei der Aufstel-

lung des Versuchsprogramms war: durch Variation der Wasserhöhe und der Wassertemperatur die Art und Größe der Einwirkungsänderung mit der Art und Größe der Verhaltungsänderung am Herzen zu vergleichen.

Zu diesem Zweck wurden den Versuchspersonen abwechselnd Wannen-Voll- und -Halbbäder bei kalter (25° C), indifferenter (33—36° C) und heißer (42 bis 45° C) Wassertemperatur verabreicht. Um die unvermeidliche individuelle Reaktion innerhalb einer solchen beabsichtigten Bäderreihe möglichst auszuschalten, und um das ganze Verfahren zu vereinfachen, wurde an einer Versuchsperson jeweils hintereinander die ganze Bäderreihe angewendet. Die Reihenfolge der Badetemperatur wurde geändert, um wenigstens zum Teil die Wechselbadwirkung zu umgehen.

Im einzelnen wurde zunächst von jeder Versuchsperson vor dem Bad in der Wanne mit Hilfe der von Ekert angegebenen Versuchsanordnung ein Kymogramm angefertigt. Daraufhin begann die Bäderreihe mit abwechselnden Voll- und Halbbädern bei den drei verschiedenen Temperaturen. Und zwar wurde bei jeder Temperatur (kalt, indifferent und heiß) je ein Vollbad und direkt anschließend durch rasches Ablassen des Wassers auf eine Wasserhöhe von 30 cm je ein Halbbad verabreicht. Die Auffüllung zum Vollbad auf eine Wasserhöhe von rund 50 cm mit der gleichzeitig immer verbundenen Wassertemperaturänderung ging langsamer vor sich und beanspruchte durchschnittlich 10 Minuten Zeit. In jedem der 3 Voll- und der 3 Halbbäder sowie am Schlusse nach vollständigem Ablassen des Wassers wurde ein Herzkymogramm aufgenommen. Die Strahlendosis wurde hierbei durch starke Filterung, optimale Ausblendung und sorgsamste Entwicklungstechnik weitgehend reduziert. Um extreme Atmungsendlagen zu vermeiden, wurde vor dem Bad eine geringe Exspirationsstellung und im Bad eine stärkere, aber keineswegs maximale Inspirationsstellung angestrebt.

Im ganzen wurden nun 16 derartige Reihenversuche durchgeführt. Als Versuchspersonen stellten sich in dankenswerter Weise 13 Studenten, 2 Studentinnen und 1 Arbeiter zur Verfügung. Dem Konstitutionstyp nach gehörten von diesen Versuchspersonen 7 dem muskulären, 5 dem pyknischen und 4 dem asthenischen Typ an. Was ihre Körpergröße betraf, so waren 7 davon als groß (1,72—1,86 m) und 9 als mittel bis klein (1,70 bis 1,64 m) zu bezeichnen. Alle befanden sich in gutem Kräftezustand, hatten keine schweren Krankheiten durchgemacht und waren klinisch kreislaufgesund. Ihrer Angabe nach konnten alle schwimmen. Ein ausgesprochen durchtrainierter Sportler war nicht unter ihnen.

Zum Vergleich der erhaltenen Herzkymogramme dienten nur Kymogrammaufnahmen, die erstens gleichen oder einen für eine bestimmte Feststellung günstigen, überkorrigierten Zwerchfellstand aufwiesen und die zweitens keine groben, an gegenseitigen Beziehungen markanter Knochenpunkte feststellbare Veränderungen der Projektionsverhältnisse zeigten. Da bei dem in den Versuchen vorgenommenen dreimaligen Wechsel vom Voll- zum Halbbad kleine Thoraxdrehungen und -verschiebungen trotz größter Aufmerksamkeit der Versuchsperson manchmal unvermeidlich waren, mußten wegen geänderter Projektionsverhältnisse einige Kymogramme unberücksichtigt bleiben. Ebenso war in einzelnen Fällen trotz gleicher Projektionsverhältnisse wegen zu verschiedenen Zwerchfellstandes eine vergleichende Auswertung nur in der einen oder anderen Hinsicht möglich.

Als Ergebnis der vergleichenden Beurteilung der Aufnahmen konnten folgende Feststellungen[2]) getroffen werden:

1. In bezug auf die Größe des Herzschattens zeigt sich im Vollbad bei jeder Wassertemperatur nur in der einen Hälfte der Fälle eine deutliche Zunahme. Beim andern Teil ist wohl eine Tendenz zur Vergrößerung festzustellen, die Verbreiterung bleibt aber innerhalb der Fehlergrenzen der Methode. Was das Verhalten bei den verschiedenen Temperaturen betrifft, so ist die Zunahme der Herzschattengröße, wie bereits Ritter vermutete, im Heißbad weniger ausgeprägt als im indifferenten und vor allem im kalten Bad. Jedoch sind die durch die verschiedenen Temperaturen hervorgerufenen Breitenänderungen im ganzen gering und nur in der Minderzahl von Fällen deutlich. Dem Konstitutionstyp nach zeigen die Astheniker die stärksten Größenzunahmen, vor allem im kalten Bad, dann kommen in dieser Hinsicht die Muskulären und am Schluß stehen, im Durchschnitt genommen, als die kaum Reagierenden die Pykniker. In bezug auf die Körpergröße findet man bei den Großen stärkere Zunahmen als bei den Mittleren bis Kleinen. Dies wird wohl damit zu erklären sein, daß fast alle Astheniker den Großen angehören.

Im einzelnen zeigen sich folgende Änderungen der Herzschattengröße in den Vollbädern:

Bei indifferenter Wassertemperatur: (14 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 7 Fällen Breitenzunahme schwankend zwischen 3,0 % und 7,7 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms,
in 7 Fällen keine wesentliche Verbreiterung.
Durchschnittliche Zunahme um 2,7 % des Ausgangswertes.

Bei heißer Wassertemperatur: (14 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 6 Fällen Breitenzunahme schwankend zwischen 3,5 % und 6,3 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms,

[2]) Die folgende Symptomenreihe schließt sich im wesentlichen an eine mir von Herrn Ekert dankenswerterweise überlassene, einem noch unveröffentlichten Übersichtsreferat entnommene Aufstellung an.

in 8 Fällen keine wesentliche Änderung.
Durchschnittliche Zunahme um 2,3 % des Ausgangswertes.

Bei kalter Wassertemperatur: (12 vergleichbare Kymogrammpaare)
In 6 Fällen Breitenzunahme schwankend zwischen 2,3 % und 9,6 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms,
in 6 Fällen keine wesentliche Verbreiterung.
Durchschnittliche Zunahme um 2,3 % des Ausgangswertes.

Im Halbbad sind insgesamt nur geringe Herzschattengrößenänderungen festzustellen. Jedoch ist im einzelnen das Verhalten viel unterschiedlicher als im Vollbad. Anscheinend kommt im Halbbad die individuelle Reaktion mehr zur Auswirkung. Was die Größenänderungen bei verschiedenen Temperaturen betrifft, so zeigt sich im Heiß-Halbbad bei gleichzeitiger, oft erheblicher Frequenzsteigerung durchschnittlich eine Tendenz zur Herzverkleinerung, im Kalt-Halbbad dagegen eine leichte Vergrößerung. Das indifferente Bad steht dazwischen.

Im einzelnen finden sich folgende Änderungen der Herzschattengröße in den Halbbädern:

Bei indifferenter Wassertemperatur: (15 vergleichbare Kymogrammpaare)
In 9 Fällen keine Änderung,
in 4 Fällen Breitenzunahme schwankend zwischen 2,3 % und 5,6 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms,
in 2 Fällen eine leichte Abnahme.
Durchschnittliche Zunahme um 1,0 % des Ausgangswertes.

Bei heißer Wassertemperatur: (12 vergleichbare Kymogrammpaare)
In 5 Fällen Breitenabnahme schwankend zwischen 2,0 % und 7,7 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms,
in 4 Fällen unverändert,
in 3 Fällen Breitenzunahme schwankend zwischen 2,1 % und 3,5 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Abnahme um 1,1 % des Ausgangswertes.

Bei kalter Wassertemperatur: (14 vergleichbare Kymogrammpaare)
In 8 Fällen keine Änderung,
in 6 Fällen Breitenzunahme schwankend zwischen 2,8 % und 7,2 %, bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Zunahme um 2,3 % des Ausgangswertes.

Betrachtet man noch die durchschnittliche prozentuale Abnahme der Herztransversaldurchmesser beim Übergang vom Vollzum Halbbad bei den verschiedenen Wassertemperaturen, so findet man bei heißer Temperatur den Wert von 3,4 %, bei indifferenter Temperatur von 1,8 % und bei kalter Temperatur von 0,9 %, jeweils bezogen auf den Herztransversaldurchmesser des Vorbadkymogramms. Das bedeutet, daß durchschnittlich im Halb-Kaltbad nahezu eine Herzschattengröße wie in den Vollbädern beobachtet wird. Die verhältnismäßig hohe Abnahme beim heißen Bad ist auf die häufig eintretende Herzverkleinerung im Heiß-Halbbad zurückzuführen.

2. Als zweites wichtiges, auf den Kymogrammen in Erscheinung tretendes Symptom ist die in jedem Vollbad festgestellte Gefäßbandbreitenzunahme zu erwähnen. Die Verbreiterung findet nach rechts statt; in fast jedem Fall ist im verbreiterten Gebiet zugleich eine starke, annähernd ventrikelsynchrone Randbewegung zu beobachten. Am stärksten zeigt sich die Gefäßbandverbreiterung im kalten, nur um ein Geringes weniger im indifferenten und am wenigsten im heißen Vollbad ausgeprägt. Interessant ist, daß auch in Fällen, bei denen im Vollbad der Transversaldurchmesser des Herzens eine nur geringe, nicht mehr verwertbare Zunahme aufweist, das Gefäßband deutlich verbreitert ist.

Im einzelnen betragen die Zunahmen der Gefäßbandbreite in den Vollbädern:

Bei indifferenter Wassertemperatur: (14 vergleichbare Kymogrammpaare)
In allen Fällen Gefäßbandbreitenzunahme schwankend zwischen 4,4 % und 18,0 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Zunahme um 13,4 % des Ausgangswertes.

Bei heißer Wassertemperatur: (15 vergleichbare Kymogrammpaare)
In allen Fällen Gefäßbandbreitenzunahme schwankend zwischen 2,2 % und 16,0 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Zunahme um 9,3 % des Ausgangswertes.

Bei kalter Wassertemperatur: (12 vergleichbare Kymogrammpaare)
In allen Fällen Gefäßbandbreitenzunahme schwankend zwischen 9,0 % und 19,5 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Zunahme um 14,5 % des Ausgangswertes.

Betrachtet man diese Gefäßbandverbreiterung in Hinsicht auf die einzelnen Konstitutionstypen, so stellt sich im Gegensatz zum Ergebnis bei den Herzschattengrößenschwankungen heraus, daß

diesmal die Muskulären durchschnittlich die größten Gefäßbandverbreiterungen zeigen, nach ihnen kommen die Astheniker und dann die Pykniker.

Im Halbbad findet man ähnlich den Verhältnissen bei der Herzgrößenänderung bedeutend geringere Verbreiterungen des Gefäßbandes als im Vollbad. Jedoch zeigen sich wieder größere individuelle Schwankungen. Auch die Temperatur scheint einen stärkeren Einfluß auf die Ergebnisse zu haben als im Vollbad.

Im einzelnen beobachtet man folgende Gefäßbandbreitenschwankungen in den Halbbädern:

Bei indifferenter Wassertemperatur: (15 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 9 Fällen keine Änderung,
in 5 Fällen Gefäßbandbreitenzunahme schwankend zwischen 6,0 % und 12,0 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms,
in 1 Fall Gefäßbandbreitenabnahme um 5,4 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Zunahme um 3,6 % des Ausgangswertes.

Bei heißer Wassertemperatur: (12 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 5 Fällen keine Änderung,
in 5 Fällen Gefäßbandbreitenzunahme schwankend zwischen 5,1 % und 11,2 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbad-Kymogramms,
in 2 Fällen Gefäßbandbreitenabnahme schwankend zwischen 4,5 % und 7,2 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms.
Durchschnittliche Zunahme um 2,7 % des Ausgangswertes.

Bei kalter Wassertemperatur: (14 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 11 Fällen Gefäßbandbreitenzunahme schwankend zwischen 4,8 % und 15,0 %, bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbadkymogramms,
in 3 Fällen keine Änderung.
Durchschnittliche Zunahme um 6,5 % des Ausgangswertes.

Studiert man die durchschnittliche prozentuale Abnahme der Gefäßbandbreite beim Übergang vom Voll- zum Halbbad, so gewinnt man bei indifferenter Temperatur den Wert 9,8%, bei heißer Temperatur 6,6% und bei kalter den Wert von 8,0%, jeweils bezogen auf die Gefäßbandbreite des Vorbad-Kymogrammes. Die geringe Abnahme der Gefäßbandbreite vom Heiß-Voll- zum Heiß-Halbbad beruht darauf, daß das Gefäßband im Heiß-Vollbad keine so starke Verbreiterung wie in den anderen Vollbädern zeigt.

3. Als drittes auf den Kymogrammen beobachtetes Symptom ist bis auf ganz wenige Ausnahmen bei allen Vollbädern eine mehr oder minder starke Einschränkung der Randbewegung des Herzschattens in der Herzspitzengegend festzustellen. Diese Erscheinung ist am stärksten ausgeprägt im kalten, etwas weniger stark im indifferenten und wesentlich weniger im heißen Vollbad. Im kalten und indifferenten Vollbad kommt es öfters zu völligem Randbewegungsstillstand in Rasterschlitzrichtung.

Bezieht man die jeweils größte Bewegungsamplitude des linken unteren Herzschattenrandes auf die jeweils entsprechende des Vorbad-Kymogramms, so finden sich im einzelnen folgende Bewegungseinschränkungen in den Vollbädern:

Bei indifferenter Wassertemperatur: (16 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 9 Fällen Bewegungsamplitudenabnahme schwankend zwischen 25 % und 90 %,
in 6 Fällen Bewegungsstillstand,
in 1 Fall Bewegungsamplitudenzunahme um 40 %.
Durchschnittliche Abnahme um 63 % des Ausgangswertes.

Bei heißer Wassertemperatur: (12 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 10 Fällen Bewegungsamplitudenabnahme schwankend zwischen 25 % und 80 %,
in 1 Fall Bewegungsstillstand,
in 1 Fall Bewegungsamplitudenzunahme um 40 %.
Durchschnittliche Abnahme um 38 % des Ausgangswertes.

Bei kalter Wassertemperatur: (16 vergleichbare Kymogrammpaare)

In 9 Fällen Bewegungsamplitudenabnahme schwankend zwischen 25 % und 90 %,
in 7 Fällen Bewegungsstillstand.
Durchschnittliche Abnahme um 81 % des Ausgangswertes.

Im Halbbad zeigen sich hinsichtlich dieser Randbewegungsumstellung stärkere Unterschiede zwischen den verschiedenen Temperaturen. Im Halb-Heißbad kommt es sogar durchschnittlich zu einer leichten Zunahme der Randbewegung an der Herzspitze. Dagegen läßt sich beim Halb-Kaltbad nahezu dieselbe Bewegungsverarmung wie beim Voll-Heißbad erkennen. Im Durchschnitt finden sich folgende prozentuale Bewegungsamplitudenänderungen in den Halbbädern:

Bei indifferenter Wassertemperatur: (16 vergleichbare Kymogrammpaare)

Durchschnittliche Bewegungsamplitudenabnahme um 23 %.

Bei heißer Wassertemperatur: (15 vergleichbare Kymogrammpaare)

Durchschnittliche Bewegungsamplituden z u nahme um 5 %.

Bei kalter Wassertemperatur: (16 vergleichbare Kymogrammpaare)

Durchschnittliche Bewegungsamplituden a b nahme um 32 %.

4. In allen Fällen, in denen eine deutliche Zunahme des Herztransversaldurchmessers gefunden wird, kann eine gewisse Umformung des Herzschattens festgestellt werden. Sie zeigt sich auf dem Kymogramm dadurch, daß die Kontur in der Gegend des rechten Vorhofes und des rechten Herzohres mehr seitlich ausladet. Auf einzelnen Kymogrammen ist auch eine ähnliche Ausladung, aber in geringerem Ausmaße, in der Gegend des linken Vorhofes zu sehen. Das Herz nimmt dann mehr eine Kugelform an. Bei den Herzen, die im Bad keine Vergrößerung zeigen, kann keine Umformung festgestellt werden.

5. Bei allen im Vollbad aufgenommenen Kymogrammen, die keine sehr starke Bewegungsverarmung aufweisen, erkennt man am linken Herzrand eine laterale Plateaubildung. Sie tritt aber auch im Halbbad in Erscheinung, nur nicht so häufig wie im Vollbad.

6. In 3 von 16 Fällen findet sich im indifferenten und kalten Vollbad unterhalb eines Bezirks völligen Bewegungsstillstandes links an der Herzspitze eine systolische Lateralbewegung, aber nur ganz geringen Ausmaßes. Der Bewegungsstillstand erscheint dadurch als Bewegungslücke. Weder die Versuchsperson noch ihre Herzkymogramme zeigen sonst besondere Gemeinsamkeiten.

7. Sehr häufig ist in Voll- und Halbbädern bei jeder der verschiedenen Temperaturen eine kleinzackige Aufsplitterung am linken Herzrand festzustellen, die an den Kymogrammen vor dem Bad nicht in Erscheinung tritt.

Die seltenen Symptome des Konturknicks, der medialen Plateaubildung und des Aufhellungsdreiecks unter der Herzspitze wurden in der vorliegenden Statistik nicht berücksichtigt, da ihr Auftreten durchschnittlich weit weniger häufig zu beobachten war, als es bei anderen Versuchsserien angegeben wird. Dies könnte damit in Zusammenhang stehen, daß bei den obigen Versuchen der Grad der Einatmung im Bad während der Kymogrammaufnahme kleiner gehalten wurde, als dies bei früheren Untersuchungen, wie z. B. bei denen von Knölle, der Fall war. Der Grund dafür lag in dem Bestreben, bei den vorliegenden Versuchen die Atmungsverhältnisse dem gewöhnlichen Verhalten im Bad weitgehend anzugleichen. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang vielleicht auch die gelegentlich früherer Untersuchungen des Verfassers mit Extropin-Vollbädern gemachte Feststellung, daß bei etwas tieferer Inspiration bei sonst gleichen Verhältnissen z. B. die systolische Lateralbewegung wesentlich häufiger (bei 8 Versuchen in 4 Fällen) auftrat.

Die Größenänderungen des Herzschattens im Bad, die oben bei der Aufzählung der Ergebnisse an erster Stelle angeführt wurden, sollen vorerst nicht weiter besprochen werden. Ihre Erklärungen finden sich in späteren Ausführungen.

Das erste Symptom, das einer näheren Erörterung bedarf, ist die im Bad bei röntgenologisch gleichem Zwerchfellstand erfolgende Breitenzunahme des Gefäßbandes. Sie findet ausnahmslos nach der rechten Seite hin statt und erklärt sich durch eine Verbreiterung der V. cava superior und ihres Aufzweigungsgebiets. Diese wiederum ist wohl der Ausdruck einer vermehrten Füllung des herznahen Venensystems. Sie bestätigt damit die seit langem bestehende allgemeine Ansicht, daß es im Bad zu einem verstärkten venösen Zustrom kommt.

Im Rahmen vorliegender Arbeit interessiert vor allem der Vergleich der Gefäßbandbreite erstens zwischen Voll- und Halbbad bei konstanter Temperatur und zweitens bei konstanter Wasserhöhe zwischen den verschiedenen Temperaturen.

Es zeigt sich, daß bei gleichbleibender Temperatur die Gefäßbandverbreiterung im Vollbad durchschnittlich 300% größer ist als im Halbbad. Das besagt zunächst, daß der Einfluß der Wasserhöhe auf die Gefäßbandbreite beträchtlich ist. Weiterhin ersieht man aber auch aus der hohen prozentualen Zunahme, daß diese keineswegs, wie man vielleicht erwartet haben könnte, linear mit der Zunahme der Wasserhöhe ansteigt, sondern daß der Anstieg der Gefäßbandbreite mit Zunahme der Wasserhöhe, kurvenmäßig ausgedrückt, wesentlich steiler wird. Denn sollte ein linearer Anstieg erfolgen, so müßte, da sich die Wasserhöhen (im Halbbad 30 cm, im Vollbad rund 20 cm höher) wie 6 zu 4 verhalten, eine Zunahme von nur 66% beobachtet werden.

Was nun den Temperatureinfluß auf die Breite des Gefäßbandes bei konstanter Wasserhöhe betrifft, so findet sich im Vollbad bei kalter Wassertemperatur eine auf die Gefäßbandbreite bei indifferenter Temperatur bezogene Zunahme um 10% und bei heißer Temperatur eine Abnahme um 30% des Gefäßbandschattens. Im Halb-

bad lassen sich die Temperaturwirkungen schlecht auswerten, da bei den verhältnismäßig geringen Breitenzunahmen die Fehler der Methode relativ groß werden. Die größere Änderungswirkung der heißen Temperatur im Vollbad kann zwanglos auf die im Heißbad immer stärker auftretende Frequenzänderung zurückgeführt werden.

Zusammenfassend ist mit diesen Feststellungen bewiesen, daß erstens die Gefäßbandverbreiterung und damit auch die vermehrte Füllung des herznahen Venensystems vorwiegend von dem durch die Wasserhöhe bestimmten hydrostatischen Druck abhängig ist und daß zweitens die Wassertemperatur, was ihre Wirkung auf die Gefäßbandbreite des Herzens betrifft, im Durchschnitt fast vernachlässigt werden kann. Außerdem ergibt sich die wichtige Tatsache, daß die Breitenzunahme des Gefäßbandes im Bad bei einer Wasserhöhenänderung von 30 cm auf 50 cm, also vom Halb- zum Vollbad, um ein Vielfaches mehr ansteigt, als bei der Höhenänderung von 0 auf 30 cm, wie es beim Anfüllen zum Halbbad geschieht.

Zur Erklärung dieser beobachteten Wirkungen des hydrostatischen Druckes können vielleicht folgende Überlegungen führen:

Im Bad wirkt auf jede Flächeneinheit aller untergetauchten Körperteile jeweils der durch die Höhe der darüber sich befindenden Wassersäule gegebene Wasserdruck. Da die Körperoberfläche keine starre Membrane darstellt, pflanzt sich dieser Druck mit einem meist geringen, einmal von der Länge des Übertragungsweges, zum anderen von der Eigenschaft des Übertragungsmediums abhängigen Übertragungsverluste ins Innere des Körpers fort. Dort wird er an den Gefäßen wegen der ihnen eigenen Querschnittsveränderlichkeit zur auffallendsten Wirkung kommen. Das Ergebnis dieser Einwirkung hängt aber von vielen Faktoren ab. Läßt man die zentralnervöse Beeinflussung, die gelegentlich beträchtliche Ausmaße annehmen kann, unberücksichtigt, so findet man, physikalisch gesehen, die Querschnittsgröße der Gefäße hauptsächlich abhängig von ihrem Innendruck, von ihren Wandeigenschaften und von dem auf sie wirkenden Außendruck. Unter einem vermehrten Außendruck, wie er im Bad vorhanden ist, erfolgt eine um so größere Querschnittsabnahme, je kleiner der Innendruck und je geringer der Wandfaktor ist. Dementsprechend wird der im Halbbad am Boden der Wanne durchschnittlich 20—22 mm Hg und im Vollbad 38 mm Hg betragende Wasserdruck auf das arterielle Gefäßsystem mit seinem verhältnismäßig hohen Innendruck und seinem deutlich mitbestimmenden Wandfaktor sich weit geringer auswirken als auf das venöse System, dessen Innendruck und Wandfaktor nur unbedeutend ist.

Der Gesamteinfluß des Wasserdrucks auf das arterielle und venöse System eines bestimmten Körpergebietes, auf den es bei der Untersuchung der Bäderwirkung besonders ankommt, wird am besten vom Kreislauf her beurteilt. Bock hat hier 1931 sehr interessante und aufschlußreiche Tierversuche durchgeführt.

Er fand an überlebenden Hundeextremitäten, die er unter Wasser an einen künstlichen Kreislauf anschloß, daß bei konstant gehaltenem Einstromdruck die Durchblutungsgröße mit steigendem Wasserdruck abnimmt, und daß umgekehrt zur Aufrechterhaltung einer gleichen Durchblutungsgröße mit steigendem Wasserdruck eine Steigerung des Einstromdruckes notwendig ist. Er benutzte die zahlenmäßig ausdrückbaren Ergebnisse zur Bestimmung der Übertragungsgröße des hydrostatischen Druckes auf die außerhalb der Körperhöhlen gelegenen inneren Organe.

Diese Versuche bestätigen die auch aus der theoretischen Überlegung abzuleitende Tatsache, daß der Wasserdruck, solange keine wesentlichen, zentralnervösen, örtlich chemischen und different thermischen Einflüsse vorliegen, zu einer Kompression der in den untergetauchten Körperteilen sich befindenden Gefäße führt, die der Zunahme der Wasserhöhe ungefähr proportional ist. Betrachtet man nun diese Kompression vom Gesamtkreislauf aus, so wird klar, daß sie mit einer Gefäßvolumenabnahme in dem unter Wasser befindlichen Kreislaufgebiet einhergehen muß. Diese Gefäßvolumeneinschränkung in der Peripherie zwingt nun aber den Organismus je nach ihrer Größe zu mehr oder minder starken kreislaufregulatorischen Anpassungen. Diese kann er vermutlich durch zwei Hauptumstellungen erreichen. Erstens, indem er die bewirkte Gefäßvolumenabnahme durch wahrscheinlich zentral geregelte Vasodilatation in nicht komprimierten Gefäßbezirken ausgleicht. Damit schafft er aber zunächst in dem kleiner gewordenen Kreislaufgebiet eine relative Erhöhung der zirkulierenden Blutmenge, und das Herz bekommt in der Zeiteinheit ein im Verhältnis der peripheren Gefäßvolumenabnahme vergrößertes Blutangebot. Der demnach anfänglich im Bad wohl stets vermehrte venöse Zustrom zum Herzen führt nun weiterhin zu einer größeren Anzahl im einzelnen kaum

übersehbarer, weiterer Kreislaufänderungen. So kann er — um die wichtigsten Möglichkeiten herauszugreifen — einerseits infolge der Grundeigenschaft des Herzmuskels, jedes vermehrte Blutangebot aus sich heraus mit einer Erhöhung der Volumenleistung zu beantworten, zu einer Schlagvolumensteigerung führen, die wahrscheinlich so lange ohne Druckanstieg einhergehen wird, als der komprimierte Kreislaufbezirk keinen vermehrten Blutbedarf anmeldet, also die im indifferenten Bad meist völlig entspannte Muskulatur mit der geringeren Blutversorgung in der untergetauchten Peripherie auskommt. Andererseits wird aber auch das vergrößerte Blutangebot eine Herzfrequenzänderung veranlassen, da nach der klinischen Erfahrung die optimale Ausschöpfung eines gegebenen Blutangebots gewöhnlich nur innerhalb eines bestimmten Frequenzbereiches erfolgt. Wie nun auch diese komplizierten Vorgänge sich im einzelnen abspielen, der Organismus wird bei jeder Störung im Kreislauf sofort bestrebt sein, Blutbedarf mit Blutangebot in Einklang zu bringen, um dem Herzen jede unnötige Volumenleistung zu ersparen. Daher wird sehr bald nach dem Einsteigen ins Bad nach Möglichkeit eine zweite sehr wichtige Kreislaufregulation einsetzen. Sie besteht darin, daß der Organismus versuchen wird, durch Abriegelung entsprechender Blutmassen in den Blutspeichern wie Leber, Milz und Lungen der durch die periphere Gefäßvolumenabnahme bedingten Erhöhung der zirkulierenden Blutmenge im eingeschränkten Kreislauf entgegenzuwirken. Im Halbbad, bei dem das Wasser ungefähr bis zur Nabelhöhe reicht, wird diese Regulationsmöglichkeit erstens infolge der noch nicht sehr großen Überfüllung des noch wenig eingeschränkten Kreislaufes und zweitens des nur unwesentlich erhöhten intraabdominellen Drucks weitgehend genützt werden können. Ein auffallend vermehrtes Blutangebot wird also in vielen Fällen im Halbbad gar nicht beobachtet. Die in den Halbbädern angefertigten Kymogramme bestätigen diese Ansicht. Im Vollbad liegen die Verhältnisse dagegen anders. Steigt das Badewasser über das Abdomen hinaus, so trifft zunächst der gleichmäßig zunehmende Wasserdruck immer mehr auf eine im Abdomen riesig ausgedehnte Gefäßoberfläche. Aus dieser ums Vielfache zugenommenen Gefäßoberfläche resultiert im gleichen Maße eine größere hydrostatische Wirkung. Diese Tatsache erklärt sehr gut die oben an Hand von Kymogrammen in einer Beziehung gemachte Feststellung, daß die durch den Wasserdruck erfolgte Kreislaufänderung von einer bestimmten Wasserhöhe ab dem Wasserdruckzuwachs nicht mehr einfach proportional ist, sondern um ein Vielfaches von ihm zunimmt. Da das Wasser im Vollbad auch größere Teile des Thorax bedeckt, kommt es weiter, wie Stigler, Eduard Schott, Bock und Gollwitzer-Meier schon experimentell nachwiesen, zu einem Anstieg des intrathorakalen Drucks, wohl in geringerem Ausmaß durch Thoraxkompression, als vor allem durch Hochdrängung des Zwerchfells infolge des stark gesteigerten intraabdominellen Drucks. Die Zunahme des intrathorakalen Drucks führt zu einer Steigerung des venösen Enddrucks und die dadurch bedingte Abnahme des venösen Druckgefälles zu einer gegensätzlichen, allerdings nicht sehr ins Gewicht fallenden Wirkung auf den venösen Zustrom zum Herzen.

Was nun die Kreislaufregulation im Vollbad betrifft, so gelingt es dem Organismus vor allem nicht mehr, in ausreichendem Maße Blutmengen aus dem Kreislauf zu eliminieren. Der Anstieg des Wasserdrucks und die damit einhergehende starke abdominelle Drucksteigerung führt nicht nur wegen der riesig ausgedehnten Gefäßoberfläche des Abdomens zu einer großen Gefäßvolumenabnahme und zu einer vermehrten Kreislaufeinschränkung, sondern vor allem auch zu einer mehr oder minder starken Auspressung der Blutspeicher. Der Erfolg davon ist, daß der Organismus es nicht mehr verhindern kann, wenn es im zentralen Kreislaufgebiet zu einer großen Blutüberfüllung kommt. Diese Tatsache erklärt auch, warum in jedem Vollbad auf den Kymogrammen eine Gefäßbandverbreiterung gefunden wurde. Im Halbbad beobachtete man relativ viel unterschiedlichere Ergebnisse. Das liegt wohl an der individuell verschieden großen Bereitschaft des einzelnen Organismus, die oben angedeuteten Regulationen vorzunehmen. Im Vollbad sind dagegen die Ergebnisse deswegen einheitlicher, weil durch die wesentliche Einschränkung der Regulationsmöglichkeit auch der Spielraum für individuell verschiedene Reaktionen abnimmt.

Erwähnt soll auch noch werden, daß die durch den Anstieg des venösen Enddrucks zum Teil entgegengesetzte Wirkung des hydrostatischen Druckes in den auf den Kymogrammen beobachteten Herz- und Gefäßveränderungen nur zu einem unbedeutenden Bruchteil enthalten sein kann, da die im Bad eintretende intrathorakale Drucksteigerung während der Kymogramm-

aufnahme in ihrer größten Wirkung durch die zur Zwerchfellstandkorrektion notwendige Inspiration aufgehoben wurde.

Diese nun ausführlich geschilderten Einflüsse des hydrostatischen Drucks beziehen sich vorwiegend auf das thermisch indifferente Bad.

Im kalten Bad kommt die Wirkung der Abkühlung der Peripherie als komplizierender Faktor hinzu. Durch die bessere Wärmeleitungsfähigkeit des Wassers gegenüber der Luft entsteht im kalten Bad sehr rasch ein beträchtlicher Wärmeverlust. Diesen kompensiert der Körper erstens durch Sperrung der Hautdurchblutung und zweitens durch aktive Wärmeerzeugung hauptsächlich in den Muskeln und in der Leber. Der Stoffwechsel kann dabei stark gesteigert sein.

Nach Untersuchungen von Barcroft und Marshall außerhalb des Wassers fand sich schon nach Übergang einer Versuchsperson aus normaler Zimmertemperatur in einen Raum von — 1° C, daß der O_2-Verbrauch von 269 ccm/Min. auf 408 ccm/Min. anstieg. Gollwitzer-Meier stellte 1937 Stoffwechseluntersuchungen in verschiedenen Bädern an und wies nach, daß im Kaltbad der Umsatz wesentlich gesteigert ist. Bei 35° C fand sich dagegen ein Energieumsatzminimum, das sogar etwas unter der Höhe des Grundumsatzes vor dem Bad lag. Das Heißbad zeigte erneut eine Stoffwechselerhöhung; die Werte des Kaltbades wurden dabei aber nicht erreicht.

Im einzelnen sind also die Verhältnisse im Kaltbad vermutlich wie folgt anzunehmen: durch die zur Wärmeerzeugung notwendige Stoffwechselerhöhung in Muskel und Leber steigt der Blutbedarf der Peripherie. Um diesen zu befriedigen, muß das Herz zum Teil gegen den hydrostatischen Druck ankämpfen und die bis zu einem gewissen Grad ausgeschalteten Kreislaufgebiete, soweit erforderlich, wieder zurückerobern. Es ist daher oft im kalten Bad ein leichter arterieller Druckanstieg zu beobachten. Kymographisch zeigt sich aber trotz der Stoffwechselsteigerung in der Peripherie eine meist stärkere Überfüllung des Herzens und des herznahen venösen Gefäßsystems als im indifferenten Bad. Dies kann nur durch die im Kaltbad als Schutzmaßnahme vorgenommene starke Hautdurchblutungsabnahme erklärt werden. Es wird dadurch so viel Blut zum Zentrum gedrängt, daß der durch die Stoffwechselsteigerung erhöhte Blutbedarf sich nicht mehr in einer Abnahme der zentralen Füllung auswirkt.

Im Heißbad dagegen kommt es neben der Wirkung des Wasserdrucks zu einer mehr oder minder großen Gefäßerweiterung in der Peripherie und zu einem stark beschleunigten Blutumlauf. Beide Vorgänge dienen zum Abtransport von Wärme und müssen als Schutzreaktion auf die körperschädigende Überhitzung der von heißem Wasser umspülten Haut aufgefaßt werden. Zur Erzielung der Zirkulationsbeschleunigung wird dem Organismus meist eine Frequenzsteigerung bei gleichbleibendem oder nur gering vermehrtem Schlagvolumen genügen. Da der periphere Strömungswiderstand durch die Gefäßerweiterung im Heißbad eher verringert als erhöht ist, braucht neben dieser Zunahme der Herzvolumleistung gewöhnlich keine Blutdrucksteigerung einherzugehen. Die auf den Kymogrammen im Heiß-Vollbad beobachtete geringere Breitenzunahme des Herzens sowie des Gefäßbandes gegenüber im indifferenten Bad, beruht also erstens auf der durch die Temperatur bedingten peripheren Gefäßerweiterung und zweitens auf der zur Blutumlaufsbeschleunigung notwendigen Frequenzsteigerung. Die im Heiß-Halbbad häufig festgestellte Herzverkleinerung mit einer gleichzeitigen Bewegungszunahme am linken Herzrand erklärt sich aus dem Zusammentreffen der bei niedrigem hydrostatischem Druck vermehrt zur Wirkung kommenden Gefäßerweiterung mit der oft erheblich gesteigerten Herzfrequenz.

Nachdem nun die Breitenzunahme des Herzens und des Gefäßbandes auf ihre wahrscheinliche Entstehungsweise an Hand von Ausführungen über die allgemeine hydrostatische Kreislaufwirkung untersucht wurde, muß jetzt das zweite, wichtige, auf den Kymogrammen beobachtete

Symptom, die Umstellung der Randbewegung des Herzschattens, erörtert und zu erklären versucht werden.

Wie oben schon ausgeführt wurde, findet sich im Vollbad und ebenso, jedoch in weit geringerem Ausmaße im Halbbad, als Hauptsymptom eine mehr oder minder starke Randbewegungsverarmung im Herzspitzengebiet, in einzelnen Fällen sogar eine nach einem streckenweise vollständigen Bewegungsstillstand auftretende systolische Lateralbewegung, weiterhin ebenfalls am linken Herzrand eine laterale Plateaubildung und kleinzakkige Aufsplitterung und außerdem am rechten verbreiterten Gefäßbandrand eine starke annähernd ventrikelsynchrone Pulsation.

Bevor eine Erklärung dieser Erscheinungen versucht werden soll, muß eine kritische Betrachtung der Flächenkymographie angestellt werden. Wichtig ist dabei die Frage: Wie kommt die im Kymogramm sichtbare Randkurve zustande?

Das Flächenkymogramm kann immer nur die auf eine Ebene projizierte Flächengrößenänderung des dreidimensionalbewegten Herzens zeitlich erfassen. Da das Herz einem sehr komplizierten Bewegungsvorgang unterworfen ist, der sich hauptsächlich aus Lageveränderung und Pulsation zusammensetzt, ist, wie besonders H. Ludwig und später Heckmann betont haben, weder die tatsächliche Bewegung eines Herzpunktes, noch die eines bestimmten Herzrandabschnittes aus dem Kymogramm zu ersehen. Die Herzpulsation selbst ist dabei wieder ein äußerst verwickelter Bewegungsvorgang, bei dem es am Herzen zu deutlichen Oberflächenverschiebungen und zu mehr oder minder starken gegenseitigen Bewegungsbeeinflussungen der einzelnen Herzabschnitte untereinander kommt. Nach Neumaier kann man sich das kymographische Randbild am besten als Summationsschattenbild verschiedener pulsierender Ebenen vorstellen, die kulissenartig hintereinanderliegen. Heckmann definierte am genauesten, indem er das Randbild des Herzschattens auf dem Kymogramm als eine Kurve auffaßt, die durch Interferenz der Eigenbewegung des hier den Herzrand bildenden Herzabschnittes mit der Bewegung des Massenmittelpunktes des Herzens entstanden ist. Daraus ergibt sich, daß also eine Bewegungsverarmung oder ein Bewegungsstillstand im Herzschattenbild nicht ohne weiteres auf eine entsprechende Pulsationsverarmung oder einen Pulsationsstillstand bezogen werden kann. Es müssen vor allem in jedem Fall immer die wahrscheinlichen Lageveränderungen des Herzens mitberücksichtigt werden.

Um also zu beurteilen, ob die Bewegungsveränderung des Herzrandes nicht durch besondere Lageveränderung zustandekommt, ist es zuerst notwendig, die eventuellen Verlagerungen des unter normalen Verhältnissen arbeitenden Herzens zu studieren.

Für sie gaben zuerst die kinematographischen Untersuchungen Groedels einen gewissen Aufschluß. Groedel fand, wie er 1912 berichtete, in der Systole jedesmal eine Verschiebung des Herzmassemittelpunktes nach rechts. Spätere Feststellungen von W. Brednow, der die Formveränderung des schlagenden Hundeherzens bei eröffnetem Thorax durch Markierung bestimmter Oberflächenpunkte kinematographisch fixierte, zeigen, daß die Herzspitze in der Systole in erster Linie eine Bewegung von links nach rechts ausführt und sich gleichzeitig dabei aufrichtet. Daß diese Beobachtung am Tier auch auf den Menschen angewendet werden kann, dafür spricht die klinische Feststellung des Herzspitzenstoßes. Seine Entstehung kann man sich nur durch die besonderen Lage- und Aufhängeverhältnisse des Herzens erklären, die in der Systole zu einer leichten Achsendrehung nach rechts und außerdem wegen gleichzeitig stattfindender Achsenverkürzung zu einer Aufrichtung nach vorne führt. Mittels der Kymographie wurde nun ebenfalls eine gewisse Rechtsverschiebung des Herzmassenmittelpunktes in der Systole gefunden. Heckmann berichtete, daß er an einer ganzen Reihe von Kymogrammen diese Tatsache feststellte. Er hat zu diesem Zweck 3 verschiedene Herzphasen aus dem Kymogramm herausgepaust und die zeitlich kongruenten Punkte miteinander verbunden. Interessanterweise fand er allerdings bisher nur an kranken Herzen in der Systole auch eine Lageverschiebung nach links.

Die vor dem Bad bei den Versuchsreihen angefertigten Kymogramme wurden auch in dieser Hinsicht untersucht. Da bei ihnen zwischen dem linken und rechten Rand keine wesentliche zeitliche Phasenverschiebung festzustellen war, die medialen und lateralen Umkehrpunkte also jeweils an zeitlich kongruenten Punkten lagen, genügte zur Feststellung der Verschiebung des Flächenmittelpunktes des Herzschattens der Vergleich der linken und der rechten Bewegungsamplitude. Aus dieser Tatsache geht aber hervor, daß es sich dabei also lediglich um eine Verschiebung der Herzmasse innerhalb des vorher diastolisch innegehabten Herzraumes handeln kann. Ein stärkerer Rechtsruck, der sich über die diastolische Breite hinaus erstreckt hätte und im Kymogramm als Verzahnungsphänomen (Heckmann) sichtbar geworden wäre, konnte nicht beobachtet werden. Im einzelnen fand sich bei allen Herzen, die dem Bewegungstyp I (Pl. Stumpf) angehörten, eine durchschnittlich links doppelt so große Amplitude als rechts. Dies könnte bei Außerachtlassung einer evtl. nicht konzentrischen systolischen Gestaltänderung des Herzens als eine Massenmittelpunktsverschiebung nach rechts um durchschnittlich die Hälfte der rechten Amplitude aufgefaßt werden. Da sich jedoch das Herz infolge seiner sowohl funktionell wie räumlich ungleichen inneren Einteilung praktisch nicht einfach konzentrisch kontrahiert und außerdem im Kymogramm rechts der rechte Vorhof und links der linke Ventrikel randbildend sind, ist diese an sich geringe, oben festgestellte Linksverschiebung des Flächenmittelpunktes des Herzschattens nicht ohne weiteres auf eine gleich große Verschiebung des Herzmassenmittelpunktes zu beziehen.

Jedenfalls geht im ganzen aus diesen an den Kymogrammen gemachten Feststellungen hervor, daß bei normaler Herztätigkeit keine wesentliche systolische Lageverschiebung in seitlicher Richtung stattfindet und daß daher die Randbewegung in der Rasterschlitzrichtung

bei den vor dem Bad aufgenommenen Kymogrammen fast ausschließlich durch Pulsation hervorgerufen sein muß. Daraus ergibt sich deswegen aber keineswegs, daß die in der Systole sehr wahrscheinliche, oben schon angedeutete, durch eine nach rechts erfolgende Herzachsendrehung sowie durch Achsenverkürzung bedingte Aufrichtung und leichte Rechtsbewegung der Herzspitze nicht zustandekommt.

Was nun die auffallende Randbewegungsverarmung auf den während der Einwirkung des Bades aufgenommenen Kymogrammen betrifft, so kann nun nach den oben getroffenen Feststellungen diese Bewegungsabnahme im wesentlichen nicht auf einer Veränderung der Lage beruhen, sondern sie muß tatsächlich auf eine, allerdings nur in der Rasterschlitzrichtung bewiesene, Bewegungseinschränkung des betreffenden Herzabschnittes bezogen werden.

Um die Ursache dieser Bewegungsverarmung an der Herzspitze während des Bades zu erkennen, ist es notwendig, die durch die Wasserwirkung veränderten Kreislauf- und Herzumgebungsverhältnisse in bezug auf ihren Einfluß auf die Herzfunktion näher zu betrachten. Es ergeben sich dabei hauptsächlich zwei Faktoren, die eine funktionelle Umstellung des Herzens bewirken können: erstens das große venöse Blutangebot und zweitens der erhöhte Tonus der Zwerchfellmuskulatur, der durch den gesteigerten intraabdominellen Druck bedingt ist und besonders während der Kymogrammaufnahme durch die zum Ausgleich der Zwerchfellhochdrängung notwendige Inspiration verstärkt sein wird. Beide bewirken zusammen eine verstärkte Fixierung der Herzunterfläche und der Herzspitze. Im einzelnen kann man sich diesen Vorgang wie folgt vorstellen: durch das vermehrte venöse Angebot kommt es zu einer Überfüllung des herznahen Venengebietes sowie des ganzen Herzens. Einerseits führen nun die im und über dem Herzen stark vermehrten Blutmassen infolge ihres hydrostatischen Druckes zu einer größeren Anpressung der Herzunterfläche und der Herzspitze an das durch seinen erhöhten Tonus als Widerlager wirkende Zwerchfell. Andererseits wird wahrscheinlich aber auch das vorwiegend rechtsseitig über dem Herzen vergrößerte Blutgewicht auf das an den Gefäßen aufgehängte Herz eine nach links unten gerichtete Hebelkraft ausüben, die die normale Herzspitzendrehung und -bewegung nach rechts und nach oben vorne nicht mehr zustandekommen läßt. Die also vermutlich statisch bedingte Fixierung der Herzspitze muß zu einer funktionellen Umstellung des Herzens führen. Um diese übersehen zu können, ist es zunächst notwendig, über den Vorgang der Herztätigkeit Klarheit zu haben.

Die Untersuchungen von Sundberg und Laurell aus dem Jahre 1928 sowie die aus neuerer Zeit von Böhme an kontrastgefüllten Binnenräumen von Tierherzen haben ergeben, daß sich die größten Volumverschiebungen im Inneren des Herzens abspielen und daß die äußerlich sichtbaren Pulsationsbewegungen nicht so ausschlaggebend sind. Man gelangte zur Feststellung, daß der Herzbeutel einem Pumpenschuh gleichen muß, indem das Septum atrioventriculare als Pumpenkolben kammersystolisch der Spitze entgegen wandert (Laurell). Die Verkleinerung der Ventrikel wird also dabei vorwiegend in der Herzachse erfolgen.

Ist die Herzspitze nun nahezu unbeweglich fixiert, so kann die Zusammenziehung der Kammern nur noch von seiten der Ventilebene aus in der Achsenrichtung erfolgen. Es läßt sich deshalb denken, daß die weiter notwendige Kontraktion in querer Richtung zu der Herzachse vonstatten gehen muß. Auf dem Kymogramm wäre diese Querkontraktion nur am oberen Teil des linken Herzkammerrandes durch die Projektion stark verkürzt als geringe Pulsation sichtbar. Die Verhältnisse können also ähnlich sein wie sie Böhme bei tiefer Inspiration erörterte.

Die an einigen Kymogrammen unterhalb eines Randstillstandes an der Herzspitze beobachtete systolische Lateralbewegung läßt sich auf zweierlei Weise erklären. Erstens ist denkbar, daß die infolge der oben beschriebenen Herzfixierung im Bad notwendig werdenden Querkontraktionen wegen besonderer anatomischer Verhältnisse zu einer geringen Verlängerung der Herzachse führen. Wahrscheinlich ist jedoch auch die zweite Überlegung, daß in einigen Fällen während der Systole die oben beschriebene durch vermehrte Füllung des rechten Vorhofes sowie des vorhofnahen zentralen Venengebietes hervorgerufene Hebelwirkung so zunimmt, daß die normale Herzspitzendrehung und -bewegung nicht nur aufgehoben, sondern sogar zur Umkehr gezwungen wird. Das heißt, daß die Spitze in diesen Fällen systolisch etwas nach links verlagert und in der Achse leicht nach links hinten gedreht wird.

Was die anderen im Bad aufgetretenen Symptome betrifft, so verdient die starke annähernd ventrikelsynchrone Pulsation am rechten Gefäßbandrand noch besondere Beachtung. Es handelt sich dabei wohl zu einem Teil um kammersystolische Cava- und Vorhofspulsationen, zum anderen Teil um Mitbewegungen bei

der Ventrikelaktion. Die Pulsationen im Cava- und Vorhofgebiet können dadurch zustande kommen, daß die durch die Verschiebung der Vorhofkammergrenze hervorgerufene systolische Beschleunigung des Venenblutes zu einer vorübergehenden Volumabnahme dieser Gebiete führt. Die Mitbewegung bei der Ventrikelaktion wird durch die im Bad vorhandene Fixierung der unteren Herzteile sich vermehrt an den oberen Herzgebieten auswirken.

Als weiteres Symptom der Bäderwirkung auf das Herz findet sich in vielen Fällen auf den Kymogrammen die laterale Plateaubildung. Sie erklärt sich zwanglos durch die infolge des vermehrten venösen Angebotes im Bad rascher vor sich gehende diastolische Kammerfüllung. Denn je größer die Kapazität des herznahen Venensystems und je höher der Füllungsdruck ist, desto steiler steigt anfangs die diastolische Volumkurve der Kammer.

Die an den Kymogrammen oft beobachtete kleinzackige Aufsplitterung im linken Spitzengebiet kann ursächlich nicht erklärt werden.

Nachdem nun die an den Kymogrammen gemachten Feststellungen erörtert sind, soll noch kurz auf den wahrscheinlichen Gesamteinfluß der Voll- und Halbbäder auf das Herz eingegangen werden.

Die frühere Anschauung, daß die Wirkung des Bades wohl in erster Linie in einer dosierten Mehrarbeit des Herzens begründet liege, kann heute nicht mehr voll aufrechterhalten werden. Die Untersuchungen im letzten Jahrzehnt über die Kreislaufgrößen im Bad von Bornstein, Budelmann und Roenell 1931, Krötz und Wachter 1933, Eismayer und Czyrnik 1934, Hahn 1935, Bischoff und Paetsch 1936 zeigen trotz einzelner unterschiedlicher Ergebnisse, daß im ganzen im indifferenten und zum größten Teil auch im kalten Bad keine großen Herzminutenvolumen- und Blutdruckänderungen auftreten. Das beweist erneut, wie sehr der Organismus bestrebt ist, bei allen ihm aufgezwungenen Kreislaufänderungen jede Regulation so vorzunehmen, daß erstens das Herzminutenvolumen stets so niedrig wie möglich gehalten wird, und daß zweitens keine wesentliche Blutdruckänderung eintritt.

Im Durchschnitt ist wohl das Herzminutenvolumen im Bad nach den oben angeführten Untersuchungen um ein Drittel erhöht. Im Vergleich mit der bei körperlicher Arbeit einsetzenden Volumleistung des Herzens ist diese Zunahme noch als gering zu betrachten. Der Blutdruck zeigt im Bad ebenfalls nach den oben angeführten Untersuchungen nur geringe Schwankungen. Die Herzarbeit, die sich in der Hauptsache als Produkt aus Herzminutenvolumen und Blutdruck errechnet, wird also, da diese beiden Faktoren gewöhnlich im indifferenten und kalten Bad keinen auffallenden Änderungen unterworfen sind, während dieser Bäder nicht wesentlich erhöht sein. Im Heißbad kann sich allerdings durch die oft beträchtliche Herzminutenvolumensteigerung eine große Arbeitsleistung ergeben.

Die Auffassung von Eduard Schott, daß der Auftrieb, den das Blut einer badenden Person erleidet, die Blutzirkulation wesentlich erleichtert und deshalb zu einer deutlichen Einsparung von Herzarbeit führen kann, muß abgelehnt werden. Die vom Herzen geleistete Arbeit, um die Blutmassen in Bewegung zu setzen, errechnet sich als einen sehr geringen Wert. Eine eventuelle Abnahme dieser Arbeit im Bad kann deshalb praktisch unberücksichtigt bleiben.

Die wesentliche Wirkung des Bades wird also, wie auch Gollwitzer-Meier in den letzten Jahren betont hat, nicht so sehr an der Größe der Herzarbeit liegen, sondern vielmehr an den besonderen durch das Bad bedingten Kreislaufumstellungen.

Welche Vorgänge im einzelnen die günstige Bäderwirkung ausmachen, läßt sich schwer übersehen. Wahrscheinlich spielt die während des Bades vorhandene Kreislaufeinschränkung infolge der dadurch bedingten besseren Durchblutung der inneren Organe sowie des Gehirns eine wichtige Rolle dabei. Die nach dem Bad einsetzende sekundäre Gefäßreaktion darf bei der Gesamtbetrachtung der Bäderwirkung ebenfalls nicht vergessen werden. Durch den plötzlichen Wegfall des hydrostatischen Druckes auf die Gefäße kommt es in der vorher komprimierten Peripherie zu einer zum großen Teil passiven Gefäßerweiterung, die den Organismus sofort wieder zu einer entsprechenden vasomotorischen Anpassung zwingt. Diese reaktive Gefäßerweiterung ist es auch, die nach dem Bad zu der bekannten, in der Rötung des Körpers sichtbar werdenden, stark vermehrten Hautdurchblutung führt.

Im Bad selbst konnte bei den oben geschilderten Bäderversuchen an den untergetauchten Körperteilen nie eine stärkere Hautrötung beobachtet werden. In den Heißbädern wurden einige in dieser Hinsicht sehr interessante Beobachtungen gemacht. Es ließ sich in mehreren Fällen sehr deutlich verfolgen, wie die oberhalb des Wasserspiegels sich befindlichen, stark geröteten oberen Extremitäten beim Eintauchen ins Wasser immer mehr abblaßten, je tiefer sie eingeführt wurden. Daß diese Erscheinung nur zu einem kleinen Teil durch Absorption der roten Lichtstrahlen durch das Wasser hervorgerufen sein konnte, bewies ein kleiner Versuch: bei Stauung des unter Wasser befindlichen Unterarms durch Kompression in der Oberarmgegend trat nahezu dieselbe Rötung auf, wie sie außerhalb des Wassers bestand. Die Hautkapillaren unterliegen demnach anscheinend genau so der Einwirkung des hydrostatischen Druckes wie die größeren Gefäße.

Zum Schluß sollen nun noch die Ergebnisse dieser Arbeit in Hinsicht ihrer Auswertung für die balneotherapeutische Praxis betrachtet werden.

Es ergibt sich, daß die große Abhängigkeit der beobachteten Erscheinungen von der jeweils sehr verschiedenen Kreislaufreaktion des einzelnen Organismus die Aufstellung allgemeiner Grundsätze für die Therapie nicht zuläßt. Jedoch geht wohl aus den Ergebnissen deutlich hervor, daß es im Durchschnitt im Halbbad, vor allem bei indifferenter Wassertemperatur, zu weit geringeren Einwirkungen auf den Kreislauf und das Herz kommt als im Vollbad. In Übereinstimmung mit der praktischen Erfahrung der Balneotherapie darf also auch auf Grund experimenteller Untersuchungen gesagt werden, daß in allen Fällen, bei denen eine niedrige Dosierung der Bäderwirkung erwünscht ist, die Anwendung thermisch-indifferenter Halbbäder empfohlen werden kann.

Zusammenfassung

1. In 16 Versuchsreihen mit je 3 verschieden temperierten Voll- und Halbbädern wird die Einwirkung des hydrostatischen Druckes und der Temperatur des Badewassers auf das Herz Kreislaufgesunder röntgenkymographisch untersucht.

2. Es zeigen sich im Bad in Übereinstimmung mit früheren Untersuchungsergebnissen als auffallendste Veränderungen erstens eine durch vermehrte Füllung des herznahen Venensystems bedingte Gefäßbandverbreiterung und zweitens eine mehr oder minder starke Einschränkung und Umstellung der Randbewegung im Gebiet der Herzspitze. Die von Knölle unter anderen Versuchsbedingungen festgestellte Verbreiterung des Herzschattens in indifferenten Wannenvollbädern mit CO_2-Zusatz ist dagegen bei den vorliegenden Versuchsreihen auch in Vollbädern nur in etwa der Hälfte der Fälle als sicher über der Meßfehlergrenze liegend nachzuweisen.

3. Durch vergleichende Auswertung aller einander entsprechenden Kymogramme wird die durchschnittliche Abhängigkeit der oben erwähnten Hauptveränderungen einerseits von der Wasserhöhe und andererseits von den verschiedenen Temperaturen der Bäder untersucht. Es findet sich dabei, daß auf die Größe der im Bad eingetretenen Erscheinungen der hydrostatische Druck in jedem Fall einen stärkeren Einfluß ausübt als jede der drei verschiedenen Temperaturen. Außerdem ist festzustellen, daß sich der hydrostatische Druck im Halbbad nicht nur um die Hälfte, sondern um ein Vielfaches geringer auswirkt als im Vollbad. Was die Temperatureinflüsse betrifft, so zeigt sich, daß bei konstanter Wasserhöhe die beobachteten Veränderungen durchschnittlich im Kaltbad am stärksten, im indifferenten etwas weniger stark und im Heißbad am wenigsten ausgeprägt sind. Im Halbbad scheint außerdem der Einfluß der Temperatur relativ größer zur Auswirkung zu kommen als im Vollbad.

4. Die einzelnen beobachteten Erscheinungen und ihre Veränderungen bei wechselnder Wasserhöhe und verschiedenen Temperaturen werden einer eingehenden kreislaufphysiologischen Betrachtung unterzogen. Zum Schluß wird die Frage der therapeutischen Auswertung der Ergebnisse erörtert.

Schrifttum

1. Armbruster, W., Dissertation, München, 1937. — 2. Barcroft u. Marshall: zit. nach H. Rein, s. u. — 3. Ders., J. Physiol. 1923: 145. — 4. Beck u. Dohan, M. m. W. 1909: 171. — 5. Beneke, F. W., B. kl. W. 1870. — 6. Bischoff und Paetsch, Med. Welt 1936: 45. — 7. Bock, H. E., Z. physik. Ther. 1931: 42. — 8. Boehm, G., Vortrag, Kongreß d. Int. Ges. f. Hydrologie, Innsbruck 1936; M. m. W. 1937: 917. — 9. Ders., Arch. med. Hydrol. 1937, 1. — 10. Böhme, W., Klin. Wschr. 1935: 614. — 11. Ders., Klin. Wschr. 1936: 1631. — 12. Ders., Verh. dtsch. Röntgen-Ges. 1935, Kongreßheft. — 13. Böhme, W. u. R. Hinrichsen, Fschr. Röntgenstr. 57, 65. — 14. Bornstein, A., Z. exper. Path. u. Ther. 1913: 14, 135. — 15. Bornstein, Budelmann und Sven Roekoenell, Z. Klin. Med. 1931: 596. — 16. Brednow, W., Z. Kreisl.-Forsch. 1935: 410. — 17. M. de Cillia, Vortr. Kongreß d. Intern. Ges. f. Hydrologie, Wiesbaden 1937; Balneologe 1938: 265. — 18. Eisenmenger, R., Ther. Gegenw. 1918: 16. — 19. Eismayer G. u. W. Ozyrnick, Z. Kreisl.-Forsch. 1934: 226. — 20. Ekert, Fr., Balneologe 1938: 66. — 21. di Gaspero, Grundlage der Hydro- u. Thermotherapie 1922. — 22. Kl. Gollwitzer-Meier, Balneologe 1934: 19; 1935: 289; 1937: 58. — 23. Ders., Z. Kreisl.-Forsch., Kongreßber. 1935: 327, 813. — 24. Groedel, F. M., Z. physik. Ther. 1925: 27. — 25. Groedel, F., u. Wachter, Z. Bäderk. 1927/28: 2. — 26. Grundig, J., Balneologe 1936: 354. — 27. Hahn, J., Z. Kreisl.-Forsch. 1935: 649. — 28. Haller, zit. nach di Gaspero, s. o. — 29. Heckmann, K., Klin. Wschr. 1935: 20; 1936: 13 u. 18. — 30. Ders., Fschr. Röntgenstr. 1936: 53, 1937: 55. — 31. Hirschfeld, A., Z. physik. Ther. 1915: 19, 1. — 32. Jakob, zit. nach Otfr. Müller, Berl. klin. Wschr. 1913: 1145. — 33. Knölle, Balneologe 1938. — 34. Kramer u. Sarre, Arch. exper. Path. 1936: 545. — 35. Kroetz u. Wachter, Klin. Wschr. 1933: 1517. — 36. Ludwig, H., Fschr. Röntgenstr. 54: 469. — 37. Lauber u. Scholderer, Z. Klin. Med. 1932: 54. — 38. Laurell, H.,

Fschr. Röntgenstr. 1936: 53. — 39. Ders., Referat im Ztl. Radiol. 1928: 777. — 40. Mauthner, zit. nach di Caspero, s. o. — 41. Moritz, F., M. m. W. 1902: 1 u. 1908: — 42. Müller, Otfr., Dtsch. Arch. klin. Med. 74: 110. — 43. Ders., Berl. klin. Wschr. 1913: 1145. — 44. Ders., Med. Klin. 1914. — 45. Ders., Z. exper. Path. u. Ther. 11 u. 12. — 46. Neumaier, O., Balneologe 1936: 3, 418. — 47. Pfuhl, W., Dtsch. Arch. klin. Med. 1937: 179, 247. — 48. Rein, H., Einführung in d. Physiol. d. Menschen, J. Springer, Berlin, 1936. — 49. Ritter, J., M. m. W. 1937: 335. — 50. Schminke, Vers. dtsch. Naturf. u. Ärzte, Köln, 1908; Fschr. Med. 1910: 25. — 51. Schott, A., Berl. klin. Wschr. 1880: 25 u. 26. — 52. Ders., Klin. Wschr. 1923: 1418. — 53. Schott, Ed., Dtsch. Arch. klin. Med. 1922: 5 u. 6. — 54. Ders., Verh. dtsch. Ges. Inn. Med. 34 (Berlin 1922): 437. — 55. Schott, Th., Dtsch. med. Wschr. 1897: 220. — 56. Ders., Berl. klin. Wschr. 1883: 428. — 57. Schulhof, O., Z. physik. Ther. 30, 1. — 58. Seelig, 21. Vers. d. Balneol. Ges. 1910. — 59. Ders., Berl. klin. Wschr. 1909: 21. — 60. Smith, A., Verh. Kongr. Inn. Med. 1900. — 61. Stigler, Wien. med. Wschr. 1920: 820 u. 1925: 1210. — 62. Strasburger, J., Med. Klin. 1914: 978. — 63. Ders., Dtsch. Arch. klin. Med. 82 (1905): 459. — 64. Strasser, A., Z. phys. Ther. 40 (1931): 6. — 65. Stumpf, Pl., Weber, H. H., u. Weltz, G. A., Röntgenkymographische Bewegungslehre innerer Organe. G. Thieme, Leipzig, 1936. — 66. Sundberg, zit. nach Referat i. Zbl. Radiologie 1928: 777 über H. Laurells röntgenologische Herzstudien. — 67. Tigerstedt, zit. nach H. E. Bock, s. o. — 68. Ders., Physiologie des Kreislaufs. Leipzig, 1921. — 69. Turan, F., Z. Bäderk. 1927/28, 2. — 70. Ders., Z. Kreisl.-Forsch. 1925: 176. — 71. Ude, H., Z. physik. Ther. 1931: 41. — 27. Weber, A. (Nauheim), Med. Welt 1932, 14. — 73. Winternitz, W., Hydrotherapie auf physiologischer und klinischer Grundlage 1890.

Anschrift: Z. Zt. Stuttgart-Feuerbach, Bubenhaldenstr. 34

L e b e n s l a u f .

Am 5. Juli 1912 wurde ich als Sohn des Baurat Theodor B l a k k o l b In Stuttgart-Feuerbach geboren. Meine erste Schulausbildung erhielt ich in der Elementarschule und im Realgymnasium in Stuttgart-Feuerbach. Später besuchte ich die Realschule in Deggendorf a.D. und die Oberrealschule in Regensburg. Im März 1931 legte ich dort die Reifeprüfung ab. Anschliessend studierte ich in Erlangen, Tübingen und München Medizin. Im November 1933 bestand ich in München die ärztliche Vorprüfung. Meine klinischen Semester verbrachte ich in Königsberg und München. Am 11.Dezember 1936 beendete ich dort mit dem Urteil "gut" das ärztliche Staatsexamen. Als Medizinalpraktikant arbeitete ich das ganze Jahr in der II. Medizinischen Universitätsklinik (Professor Schittenhelm) in München.

Die ärztliche Bestallung erhielt ich am 21. Dezember 1937. Seit Anfang 1938 bin ich als Volontärassistent in der Universitätsfrauenklinik tätig.

Referent: Professor Dr. G. B o e h m
Tag der mündlichen Prüfung: 24.6.38